ترشيد استهلاك الطاقة و تقليل الأثر السلبى فى التصميم الداخلى للمنشآت الإدارية

Rationalizing Energy Consumption and Reducing The Negative Impact On The Interior Design of Administrative Facilities

أ.د/ أمل عبد الخالق
أستاذ التصميم ورئيس قسم التصميم الداخلى و الآثاث سابقاً كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان
Prof. Dr. Amal Abdel Khaleq
Professor of Design and former Head of the Interior Design and Furniture Department, Faculty of Applied Arts, Helwan University
amalawad2212@yahoo.com
أ.د/ غادة محمد المسلمى
أستاذ التصميم بقسم التصميم الداخلى و الآثاث
ووكيل كلية الفنون التطبيقية لشئون التعليم و الطلاب – جامعة بنها
Prof. Dr. Ghada Mohamed El-Moslimi
Professor of Design, Department of Interior Design and Furniture
Dean of the Faculty of Applied Arts for Education and Student Affairs, Benha University
ghada.elmosallamy@fapa.bu.edu.eg
م.م/ إسراء السيد على إبراهيم
مدرس مساعد بقسم التصميم الداخلى و الآثاث - كلية الفنون التطبيقية – جامعة بنها
assist. Lect. Israa El-Sayed Ali Ibrahim
Assistant Lecturer, Department of Interior Design and Furniture, Faculty of Applied Arts, Benha University
Israa.ali@fapa.bu.edu.eg

ملخص البحث:

تسعى الاستدامة البيئية إلى تقليل الفاقد والحد من الإنبعاثات الضارة التى تشكل خطورة على الإنسان، فيتم التوجه إلى إدارة الانبعاثات و السعى نحو خفض مستوى الطاقة كبعد بيئى وتقليل معدلات الاستهلاك كبعد اقتصادى. تحتاج العملية التصميمة فى المنشآت الإدارية إلى مجموعة من المراحل حتى نتمكن من ترشيد استهلاك الطاقة بها، وذلك لمواجهة العديد من العقبات التى ظهرت فى الآونة الأخيرة نتيجة تدخل التكنولوجيا وزيادة الطلب على الطاقة و زيادة الأحمال.

يتبع البحث مجموعة من الاستراتيجيات التى من خلالها يتم التحكم فى استهلاك الطاقة وهم؛ أولاً الكفاءة الاقتصادية التى تنقسم إلى أ- الكلفة البنائية و التى تم تصنيفها إلى أشكال الطاقة ومحددات التحكم المناخى، ب الكلفة التشغيلية والتى تم تصنيفها إلى دورة حياة المبنى ومراحل استهلاك الطاقة بها و خصائص المواد ثم تكنولوجيا الزجاج للحد من الأحمال فى الحيزات الإدارية. ثانياً الكفاءة البيئية والتى تنقسم إلى أ- التصميم الشمسى الذاتى، ب- أنظمة التحكم البيئى، فيمكن التحكم فى الأثر السلبى فى البيئة من خلال عمل الدراسة الجيدة لمتطلبات الحيزات الإدارية لتحقيق الجوانب المختلفة من الراحة الحرارية (التهوية و التبريد والتدفئة) و كذلك الراحة الضوئية بما تشتمل عليه من أساليب وضوابط للإضاءة، بالإضافة إلى الإستغلال الأمثل للطاقة الشمسية وتوظيف النظم الذاتية لها لتلبية احتياجات المبنى بهدف توفير الطاقة المستهلكة.

يوجد احتياج دائم لإنشاء فراغات إدارية تحقق أبعاد التنمية المستدامة كاستجابة لتدهور ونقص الموارد وكذلك لمواجهة الضغوط والمشكلات المناخية الناتجة عن البصمة الكربونية بأنواعها: الإنبعاثات الكامنة، الإنبعاثات الكلية، الإنبعاثات

التشغيلية، فيسعى المصمم إلى استعمال الموارد المناخية والطبيعية المتاحة من أجل تحقيق راحة المستخدمين، وبذلك يمكن أن يطلق على هذا المبنى بأنه ذو توازن مناخي.

الكلمات المفتاحية:
استهلاك الطاقة - الأثر السلبى - الكفاءة البيئية - الكفاءة الاقتصادية - المنشآت الإدارية

Abstract:
Environmental sustainability seeks to reduce losses and harmful emissions that pose a danger to humans, so the direction is to manage emissions and aim to reduce the level of energy as an environmental dimension and reduce consumption rates as an economic dimension. The design process in administrative facilities needs a set of stages so that we can rationalize energy consumption, to face many obstacles that have appeared recently as a result of technology intervention, increased energy demand, and increased loads.

,The research follows a set of strategies through which energy consumption is controlled namely; First, economic efficiency, which is divided into a - structural cost, which is classified into energy forms and climate control determinants, B-operational cost, which is classified into the life cycle of the building, its energy consumption stages and material properties, and then ,glass technology to reduce loads in administrative spaces. Secondly, environmental efficiency which is divided into a-autonomous solar design, B-Environmental Control Systems, the negative impact on the environment can be controlled by doing a good study of the requirements of administrative spaces to achieve various aspects of thermal comfort (ventilation, cooling and heating) as well as light comfort with its methods and lighting controls, in addition to the optimal utilization of solar energy and the use of autonomous systems to meet the needs of the building to save energy consumed.

There is a constant need to create administrative spaces that achieve the dimensions of sustainable development as a response to the deterioration and shortage of resources, as well as to face the pressures and climatic problems resulting from the carbon footprint of all kinds: latent emissions, total emissions, operational emissions, the designer seeks to use the available climatic and natural resources in order to achieve the convenience of users, and thus this building can be called a climate balanced.

Keywords:
energy consumption-negative impact -environmental efficiency-economic efficiency

مقدمة البحث

تعتبر الطاقة هى المحرك الأساسى للتنمية الاقتصادية و البيئية، حيث تتحكم فى أنشطة المنشآت وتعزز من مستوى الآداء بها، ونظراً لزيادة الطلب على الطاقة و ارتفاع معدلات الإستهلاك بشكل كبير فقد نتج عنه ارتفاع تكلفتها مع إغفال ثقافة ترشيد الاستهلاك. تعمل الطاقات المختلفة على تهيئة الراحة لمستخدمى الفراغات الإدارية لتحقيق الكفاءة المرجوة تبعاً لطبيعة النشاط فى المبنى. وقد أدى نمط الحياة الإستهلاكى إلى حدوث أزمات بيئية؛ نتيجة للطلب المتزايد على مصادر الطاقة التقليدية المحدودة. وفى سبيل الحد من هذه المشكلات ظهرت العديد من المفاهيم التكنولوجية التى تحاول صياغة وتشكيل الوعى البيئى لدى المصمم بهدف الوصول إلى حلول لهذه المشكلات.

مشكلة البحث:

التغير المناخى و ظهور الكثير من الآثار السلبية على البيئة فى مصر نتيجة لزيادة معدلات استهلاك الطاقة فى التصميم الداخلى للمنشآت الإدارية

ومن هنا يمكن طرح التساؤلات التالية:

- ماهى سبل ترشيد استهلاك الطاقة فى التصميم الداخلى؟
- كيف يمكن التقليل من التأثيرات السلبية على البيئة فى الحيزات الإدارية؟

أهمية البحث:

- العمل على تحقيق الكفاءة البيئية من خلال خفض مستوى الطاقة فى الحيزات.
- إبراز أهمية النظم الشمسية الذاتية و دورها فى ترشيد استهلاك الطاقة.
- التركيز على ضرورة الحد من الأثر السلبى على البيئة وما ينتج عنه من انبعاثات ضارة.

أهداف البحث:

- التعرف على محددات التحكم المناخى والتعامل الأمثل مع التغيرات المناخية و البيئة.
- رصد آليات تحقيق الكلفة البنائية و التشغيلية وتهيئة أفضل النتائج دون الإهدار فى استخدام الطاقة.
- الوصول إلى أفضل آداء للطاقة فى الحيزات الإدارية من خلال تطبيق سبل ترشيد استهلاك الطاقة.

افتراضات البحث:

- يمكن توظيف النظم الشمسية الذاتية لتلبية احتياجات المبنى بهدف توفير الطاقة المستهلكة.
- تؤثر البصمة الكربونية سلبياً على مستوى آداء شاغلى الفراغ الإدارى وتعمل على الإخلال بالتوازن البيئى.

محددات البحث:

تتمثل حدود البحث فى:

الحدود الموضوعية: إمكانية التحكم فى مستوى الطاقة واستهلاك الكهرباء من خلال تحديد الهالك وتقلصيه إلى أدنى حد ممكن خلال عملية الإنتقال الحرارى من الغلاف الخارجى وصولاً إلى الفراغات الداخلية.

الحدود الزمانية والمكانية: الاستفادة من التطور التكنولوجى فى الآونة الحديثة بهدف تحقيق أعلى جودة للبيئة الداخلية والدمج بينها وبين المعالجت البيئية القديمة وذلك فى الحيزات الإدارية.

منهجية البحث:

تتركز منهجية البحث على المنهج الوصفى التحليلى من خلال:

- وصف سمات و خصائص التصميم الداخلى الذى يحقق أعلى جودة للبيئة الداخلية اعتماداً على النظم الشمسية بهدف خفض مستوى الطاقة به، ودراسة كل من الكلفة البنائية و التشغيلية وصولاً إلى مبنى إدارى ذو كفاءة اقتصادية.
- تحليل بعض الأعمال التى تسعى لترشيد استهلاك الطاقة من خلال محددات الحيز الداخلى ونظم التحكم البيئى وكذلك الأساليب المتبعة فى خفض الأحمال الحرارية بها والعمل على الحد من الاثر السلبى بها.

استراتيجية ترشيد استهلاك الطاقة بالتصميم الداخلى للمنشآت الإدارية

يقصد بكفاءة استهلاك الطاقة القدرة على تحقيق الوظيفة المرجوة داخل الفراغ وتهيئة أفضل النتائج دون الإهدار فى استخدام الطاقة، ويعنى ترشيد استهلاك الطاقة حسن استغلال المتاح من الطاقة بأفضل الوسائل الممكنة للحصول [1]على أعلى عائد اقتصادى وكذلك الحفاظ على البيئة، فيتم تحديد ماهو مهدر واتخاذ الإجراءات اللازمة لخفض الفاقد إلى أدنى حد أو منعه تماماً.

مخطط (1): استراتيجية ترشيد استهلاك الطاقة – عمل الباحثة[2]

تعتمد المنشآت الإدارية حديثاً بشكل أساسى على استخدام الطاقة لتشغيلها وجعلها تتوافق مع البيئة، حيث تعمل على تشغيل الأجهزة الكهربائية والميكانيكية المختلفة، وقد تغير نمط استهلاك الطاقة فى الفراغات مع التقنيات الحديثة فنجد أن بينهم علاقة طردية لتحقيق أعلى كفاءة اقتصادية.

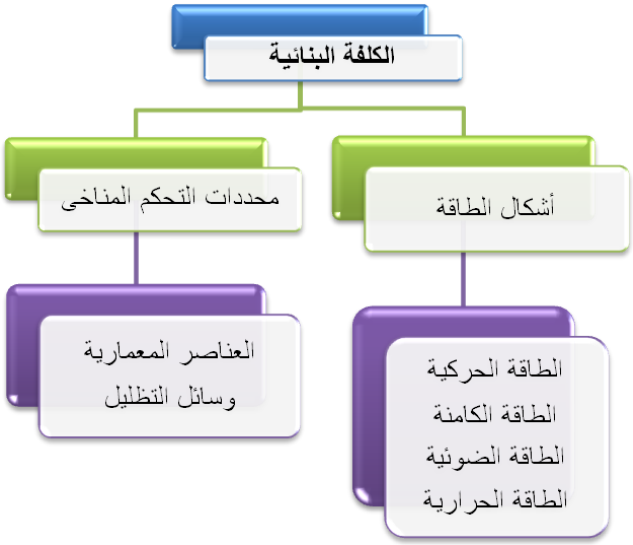
أولاً: الكفاءة الاقتصادية

يقصد بالكفاءة الاقتصادية القدرة على تقديم أفضل النتائج والتحكم فى معدل استهلاك الطاقة بالتصميم الداخلى للمنشآت الإدارية و تقليل الإنفاق الزائد فى الإمكانيات المتاحة دون الإخلال بالوظيفة المطلوبة، ومن ثم يتم اتجاه التصميم الأنسب واختيار أفضل المواد وتحديد التكنولوجيا الملائمة، فيتم استخدام الطاقة بهدف تحقيق راحة الإنسان مع مراعاة الجانب الاقتصادى. يمكن السيطرة على الكلفة بمفهومها العام حيث تبدأ من العملية التصميمية وصولاً إلى مرحلة التشييد، فيتم اتباع خطط مدروسة وحسابات تفصيلية تسمى تخطيط الكلفة، وهناك عدة عوامل تؤثر على معدلات استهلاك الطاقة وصولاً إلى أعلى كفاءة اقتصادية فى التصميم الداخلى للمنشآت الإدارية.[3]

العوامل التى تؤثر على معدل استهلاك الطاقة اقتصادياً:

تتمثل عناصر التكلفة الاقتصادية للمبنى فى الموارد المستهلكة فتشمل الكلفة البنائية والكلفة التشغيلية على الآتى:

أ- الكلفة البنائية الأولية



مخطط (2): الكلفة البنائية الأولية – عمل الباحثة (المرجع السابق)

أ-1- أشكال الطاقة: يمكن تصنيف أنواع الطاقة إلى صنفين أساسيين وهما الطاقة الحركية والطاقة الكامنة (الطاقة المخزنة). وتشمل أنواع الطاقة المختلفة على الطاقة الحرارية، الضوئية، الكهربائية، المغناطيسية، والكيميائية وغيرهم من أشكال الطاقات المختلفة.[4]

أ-2- محددات التحكم المناخى: يمكن التحكم فى الأحمال الحرارية بهدف تقليل معدلات استهلاك الطاقة ولكى يتم ذلك يجب مراعاة مجموعة من محددات الحيز الداخلى التى تتحكم فى الطاقة من خلال العناصر المعمارية، ومن أهمها:

أ-2-1 العناصر المعمارية:

- كتلة المبنى بما تتضمنه من تشكيل و توجيه، وما لها من مؤثرات على التهوية و الإضاءة داخل المبنى.
- الجوانب الإنشائية، فالحوائط الحاملة تختلف عن المبانى الهيكلية من الخرسانة المسلحة أو من الصلب.
- الفتحات المعمارية ملائمة نسب الحيزات للوظيفة المرغوبة، وتوفير ظروف بيئية جيدة فى الحيزات الإدارية.

كما تؤثر علاقة المبنى بالمبانى المجاورة وعدد الأسطح الخارجية المعرضة مباشرة للبيئة الخارجية وتوجيه كل سطح على معدل فقد واكتساب الحرارة، يسعى المصمم الداخلى إلى معرفة كل أسباب هدر الطاقة والعمل على ترشيد الاستهلاك بكل السبل الممكنة.[5]

أ-2-2- وسائل التظليل:

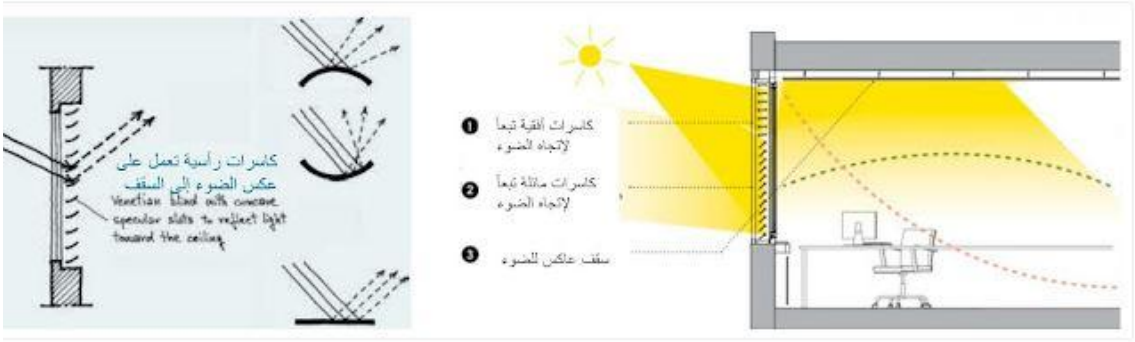
تشكل وسائل التظليل دوراً فعال للأبنية الإدارية حيث تحميها من الحرارة الزائدة فى حالة الواجهات الشفافة ذات مسطحات الزجاج الكبيرة، وخاصة أنظمة التظليل المتحركة لما لها من استجابة على تغيرات أوضاع الشمس على مدار اليوم فى الفصول المختلفة، مما يحقق تظليل مثالى مع السماح بنفاذ الضوء الطبيعى.

تصميم وسائل التظليل: هناك العديد من التصميمات لوسائل التظليل التى تتحكم فى الإشعاع الشمسى

- **استخدام وسائل التظليل المتدلية**: يفضل استخدام الكاسرات الأفقية في الواجهة الجنوبية، حيث تساعد على السيطرة على الأشعة المباشرة. يمكن أن تُصمم هذه الكاسرات بزاوية معينة لتقليل دخول الشمس في الفصول الحارة.

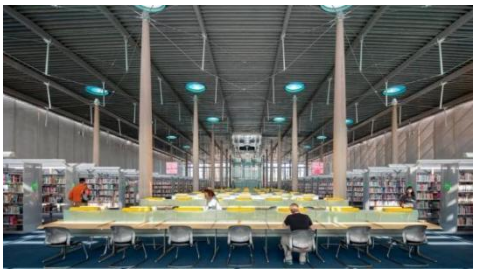
- **تقليل الفتحات في الواجهات الشرقية والغربية**: يُفضل تقليل الفتحات فيها بسبب صعوبة تظليل هذه الواجهات، ويمكن استخدام المسطحات الخضراء بشكل مكثف يمكن أن يكون وسيلة فعالة لتظليل هذه المناطق.

- **الواجهة الشمالية**: تستقبل أشعة الشمس غير المباشرة، مما يجعلها أقل احتياجًا للتظليل. ومع ذلك، يمكن استخدام وسائل التظليل للحفاظ على درجة الحرارة المناسبة في الداخل.



شكل (1): تصميم الكاسرات الشمسية - المصدر: موقع ديوانية العمارة

ومما سبق يمكننا تحليل الكلفة البنائية كأحد العناصر المؤثرة فى الكفاءة الاقتصادية وصولاً إلى ترشيد استهلاك الطاقة فى مكتبة بورتون بار المركزية من خلال الآتى:

مكتبة بورتون بار المركزية		
تاريخ التنفيذ:	**1995**	**فريق العمل:** Bruder& DWL Architects
الموقع:	فينكس – الولايات المتحدة الأمريكية	**صورة (2): واجهة مكتبة بورتون بار**
 **صورة (1): التصميم الداخلى لمكتبة بورتون بار[6]**		

جدول (1): مكتبة بورتون بار المركزية

الكلفة البنائية	
أشكال الطاقة	**آلية توفير الإضاءة الطبيعية:**
	يتم توفير الإضاءة الطبيعية بشكل مستمر من خلال التحكم فى أنظمة التظليل الشرائحية حيث يوجد أجهزة استشعار بداخل 22 منارة بسطح المبنى. **كما** يتم تحويل هذه البيانات لأجهزة الكمبيوتر التى تحدد أفضل زاوية لانعكاسات أنظمة التظليل.[7]

صورة (3): نظام تظليل شرائحى متحرك – صورة (4): النظام الشرائحى الثابت فى الواجهة الشمالية

	العناصر المعمارية	وسائل التظليل
محددات التحكم المناخى	الواجهة الشمالية: نظام تظليل شرائحى ثابت، تحتوى الواجهة الشمالية على 28 وحدة من أشرعة الظل من مادة التيفلون (Teflon fabric) كما بالصورة (5)، تثبت هذه الأشرعة فى إطار.[8]	الواجهة الجنوبية: تم عمل نظام تظليل شرائحى من الألومنيوم ذو حركة دورانية يعمل تبعاً للظروف المناخية من خلال نظام تعقب أشعة الشمس الآلى، يعمل على حماية الحيزات الإدارية من أشعة الشمس. أما الواجهة الشرقية و الغربية: نظام تظليل شرائحى ثابت، عبارة عن شرائح نحاسية على إطار من الصلب، على الرغم من دور هذه الشرائح فى انتشار الضوء إلا أنها تعمل على حماية الفراغ الداخلى من أشعة الشمس المباشرة.[9]

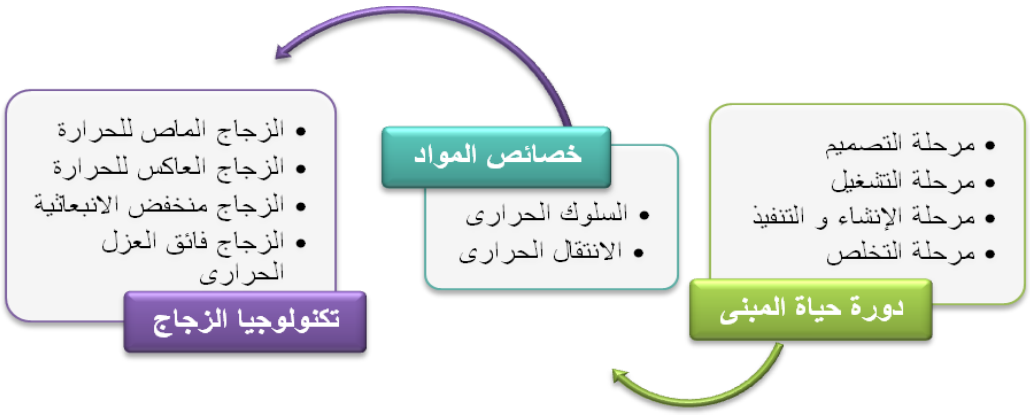
تحتوى فراغات الواجهة الشرقية و الغربية على مكاتب الموظفين، دورات المياه، والمصاعد و الخدمات الإضافية.[10]

صورة (5-6): نظام تظليل شرائحى ثابت على الواجهتين الشرقية و الغربية - صورة (7): نظام تظليل شرائحى ثابت على الواجهة الشمالية

جدول (2): الكلفة البنائية فى مكتبة بورتون بار المركزية

مصدر الصور https://www.archdaily.com/255208/burton-barr-central-library-will-bruderpartners

ب- الكلفة التشغيلية



مخطط (3): الكلفة التشغيلية – عمل الباحثة (قنديل، 2019) - (عزوز، 2020)

تقترن علاقة الاقتصاد بالمبنى بكلفة إنشائه، فقد تتجاوز الرقم الذى تصل إليه لحظة تشغيله الأول أضعاف خلال حياة المبنى، ومن العوامل التى تساعد على تخفيض تكلفة الإستخدام كل من الصيانة و التشغيل واحتياجات المستخدمين.[11]

ب-1- مراحل استهلاك الطاقة خلال دورة حياة المبنى الإدارى

مخطط (4): دورة حياة المبنى الإدارى – عمل الباحثة (سليمان، 2021)

تتكون دورة حياة المبنى من ثلاث مراحل أساسية، وهى:

ب-1-1- مرحلة التصميم: وتضم المرحلة البدائية قبل إنشاء المبنى.

ب-1-2-- مرحلة الإنشاء و التشييد: هى مرحلة عملية الإنتاج التى تنقسم إلى مجموعة من الأنشطة وهى: (استخراج وتصنيع المادة الخام ومن ثم نقلها - تصنيع المنتج ونقله وتوزيعه - تنفيذ المبنى).

تعتمد الطاقة المستهلكة فى هذه المرحلة على كل من عوامل اختيار كل من: مواد البناء / أسلوب البناء[12]

مواد البناء: استخراج المادة الخام / طاقة المعالجة و التغليف والنقل / طاقة التوزيع

أسلوب البناء: طاقة الإنشاء و التنفيذ / طاقة إدارة المخلفات

ب-1-3- مرحلة التشغيل Operation Stage

تشمل هذه المرحلة مجموعة من الأنشطة الأساسية مثل عمليات التشغيل التى تعمل على توفير بيئة عمل مناسبة لشاغلى الفراغ من أنظمة تحكم بيئى بهدف تحقيق راحة بصرية وكذلك حرارية التى تتمثل فى عمليات التهوية والتبريد والتدفئة، ودراسة الطاقات المستهلكة وكذلك أعمال الصيانة خلال العمره الإنتفاعى للمبنى ثم التجديد.

تعتمد الطاقة فى هذه المرحلة على نوعين من العوامل:[13]

العوامل البيئية: درجة الحرارة و الرياح والأمطار، وتأثيرها على استهلاك الطاقة بالمبنى على محددات التصميم المختلفة مثل تأثيرها على اختيار الموقع العام، تصميم المسقط الأفقى، تشكيل الكتلة

نظم الراحة الحرارية بأنواعها: التهوية و التبريد والتدفئة - نظم الراحة البصرية بما تشتمل عليه من إنارة صناعية - أنظمة تسخين المياه.

ب-1-4- مرحلة الهدم والتخلص: هى المرحلة التى تأتى فى نهاية العمر الإنتفاعى للمبنى

ب-2- خصائص المواد

ب-2-1- السلوك الحرارى للمواد

يعتمد السلوك الحرارى للمبنى على الخواص الحرارية للمواد المستخدمة فى العناصر المعمارية، كما ترتبط الطاقة المستهلكة فى الأنشطة الأساسية للحيزات الإدارية بتصميم الغلاف الخارجى للمبنى وماينتج عنه من مؤثرات على الفراغات وتحسين الآداء بها، فالأسطح الخارجية للمبنى إما تمتص أو تعكس الإشعاع الشمسى، هناك مجموعة من الخصائص الحرارية ترتبط بالإشعاع وتتمثل فى الآتى: معامل الإمتصاص – معامل الإنعكاس – معامل النفاذية – معامل الانبعاثية، وأهم الخصائص الحرارية التى تؤثر بشكل أساسى على التدفق أو السلوك الحرارى هما: المقاومة الحرارية – السعة الحرارية.

المقاومة الحرارية: هى مقاومة الحرارة المارة عمودياً خلال مسطح متر واحد من العنصر الإنشائى المركب تحت تأثير فرق درجات الحرارة. أما **السعة الحرارية:** هى كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة وحدة الحجوم درجة واحدة مئوية،

وتعرف بالسعة الحجمية للمادة، وتعتمد على الكثافة ومن ثم القدرة التوصيلية لهذه المواد؛ فكلما زادت كمية الحرارة المطلوبة لتسخين السطح، قل النفاذ الحرارى إلى الداخل من خلال هذه الحوائط.[14]

ب-2-2- مواد النهو و التشطيب: يؤثر كل من المقاومة الحرارية و السعة الحرارية على التدفق الحرارى للتصميم الداخلى، ويحدث هذا التغير تبعاً للخواص الطبيعية.[15]

ب-2-3- تكنولوجيا المواد فى الأغلفة الخارجية لخفض الأحمال الحرارية

مواد عازلة: يعتبر العزل من أهم العوامل التى تساعد فى الحفاظ على المناخ حيث أنه: يمنع التأثير الغير مرغوب سواء الحرارة أو البرودة فى الواجهات الذكية يمكن تحويل العزل إلى توصيل تبعاً للظروف المناخية.

تكنولوجيا الزجاج: يمكن ترشيد استهلاك الطاقة فى الحيزات الإدارية من خلال النظم التكنولوجية للزجاج فى الواجهات، حيث يعمل على التحكم فى نفاذية أشعة الشمس إلى الداخل وتوفير التظليل المناسب ومن ثم يمكن تقليل درجات الحرارة.

الزجاج فائق العزل الحرارى Super Insulating Glass: يكون عبارة عن ثلاث طبقات من الزجاج، وقد وصل هذا النوع إلى درجات عزل حرارى عالية تقارب المواد العازلة للحرارة تعتمد فكرة عمله على الخصائص الضوئية للزجاج والغاز بداخله.[16]

الزجاج الماص للحرارة Heat Absorbing Glass هو زجاج يتميز بمعامل امتصاص عالى بالنسبة للأشعة الشمسية ذات الطول الموجى القريب من الضوء المرئى، مثل الأشعة تحت الحمراء.

الزجاج العاكس للحرارة Heat Reflective Glass: [17]يعمل على خفض كمية الحرارة المتنقلة من خلاله، حيث يحتوى على معامل انعكاس كبير للأشعة فوق الحمراء، كما يحتوى على طبقة معدنية رفيعة لها معامل نفاذية عالى للضوء المرئى تعمل على منع نفاذ الإشعاع الشمسى.

الزجاج منخفض الانبعاثية Low Emissivity Glass: يعمل هذا النوع من الزجاج على تقليل الانبعاثات الحرارية فيتم حفظها فى صورة أشعة تحت حمراء؛ يتم تغليف الوجه الداخلى للزجاج بطبقة رقيقة من الأغشية المعدنية ذات انبعاثات منخفضة للأشعة ذات الأطوال الموجية الطولية، فيتم التحكم فى نفاذية الحرارة للداخل.

ويمكن توضيح الكلفة التشغيلية بهدف ترشيد استهلاك الطاقة فى مبنى الوكالة الدولية:

<table>
<tr><td colspan="4">مبنى الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (إيرينا)</td></tr>
<tr><td>الموقع:</td><td colspan="2">أبو ظبى –الإمارات العربية المتحدة</td><td>فريق العمل: المصمم وودر باغوت
تاريخ التنفيذ: 2015</td></tr>
<tr><td>الكفاءة البيئية</td><td colspan="2">يمثل المقر الرئيسى للوكالة الدولية للطاقة المتجددة نقطة تحول حقيقية فى خفض الطلب على الطاقة بنسبة 50%، وهو مثالاً يحتذى به فى الإستدامة البيئية.</td><td>
صورة (8): مبنى الوكالة الدولية للطاقة</td></tr>
</table>

جدول (3): الكفاءة البيئية فى مبنى الوكالة الدولية للطاقة

	العناصر المعمارية	وسائل التظليل
الكلفة البنائية	يتألف المبنى من ثلاثة أبنية متصلة ببعضها ضمن إطار موحد فى واجهات المبانى الثلاثة بتوظيف كاسرات التظليل، مما يعمل على الحد من المكاسب الحرارية الناجمة عن أشعة الشمس المباشرة.	تم عمل أجهزة التظليل الأفقية و العمودية، ويختلف إتجاه التظليل ووضعه تبعاً للواجهة التى تركب عليها.
الكلفة التشغيلية	تكنواوجيا المواد	
	تم تحسين كفاءة الزجاج فى الواجهات بنسبة 30% لتقليل المكاسب الحرارية، مع دخول كمية ضوء النهار. وتشمل المواد المستخدمة فى البناء: الأسمنت المحلى منخفض الكربون – الحديد الصلب المعاد تدويره وغيره من مواد البناء المحلية[18].	

صورة (9): مبنى الوكالة الدولية للطاقة من الخارج و الداخل

جدول (4): الكفاءة الاقتصادية فى مبنى الوكالة الدولية للطاقة

مصدر الصور https://greenfue.com/%D9%88%D9%83%D8%A7%D9%84%D8%A9-

ثانياً: الكفاءة البيئية

تهتم الكفاءة البيئية بكل ما يتعلق بوسائل توفير بيئة داخلية فائقة الجودة فى المنشآت الإدارية بهدف الحفاظ على سلامة الإنسان، ولتحقيق أعلى كفاءة للطاقة فلابد من تعظيم الكفاءة البيئية. يمكن التحكم فى مستوى الطاقة واستهلاك الكهرباء من خلال كل من الفاقد أو الهالك نتيجة لإنتقال الحرارة من خلال الغلاف الخارجى للمبنى وكذلك من سوء استخدام الأجهزة الكهربائية.[19]

الطاقة الشمسية:

هناك نوعين من التحولات المتعلقة بالطاقة الشمسية التى يمكن الإستفادة منها فى التصميم الداخلى، وهما التحول الكهربائى والتحول الحرارى، يعرف التحول الحرارى بالنظام الشمسى السلبى حيث يعتمد على تصميم كتلة المبنى والهيكل، اعتماداً على المناخ المحلى واحتياج الحيزات إلى التهوية و التبريد والتدفئة دون الاعتماد على الوسائل الميكانيكية، ويمكن تسمية هذا النوع بالطاقة الشمسية الكامنة: تشتمل هذه الوسيلة على الاكتساب الشمسى بنوعيه المباشر و الغير مباشر.[20]

التصميم وفق معطيات الطاقة الشمسية يمكن تلخيص تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة صالحة للاستخدام فى المبانى إلى نوعين للتصميم البيئى الشمسى وهما: التصميم البيئى بالعمارة الشمسية الموجبة أو النشطة: ويطلق عليها النظم الشمسية الغير ذاتية Active solar system

التصميم البيئي بالعمارة الشمسية السالبة: ومن صورها الطاقة الشمسية الكامنة - ويطلق عليها أيضاً النظم الشمسية الذاتية Passive solar system. وتكتسب العمارة الشمسية السالبة اسمها من قدرة المبنى على التعامل مع المتغيرات المناخية، والتى تمثل الشمس مصدرها الرئيسى، حيث يمثل الإشعاع الشمسى أحد أهم العوامل التى تؤثر على الوصول للراحة الحرارية فى المبنى.

أ- التصميم الشمسى الذاتى:

تطلب استخدام النظام الشمسى معالجات من خلال تجميع و تخزين الطاقة الشمسية وإعادة استخدامها مرة أخرى، فالنظام الشمسى الذاتى له عدة خصائص:

- توفير الراحة البيئية بنوعيها الحرارية والضوئية داخل الحيزات الإدارية.
- يعتمد تصميم الفراغ على الذاتية فى تجديد الهواء و التحميل الحرارى.

ب- أنظمة التحكم البيئى

مخطط (5): أنظمة التحكم البيئى – عمل الباحثة (صلاح، 2018)

ب-1- التهوية بالغلاف الخارجى للمبنى الإدارى:

يمكن التحكم فى الإنتقال الحرارى بين البيئة الخارجية والوسط الداخلي للمبنى وخاصة فى المناطق الحارة، فيمكن تحديد كمية الحرارة المتنقلة من و إلى الحيز الإدارى من خلال عدة عناصر: زيادة المقاومة الحرارية للمادة المستخدمة بتخفيض حدة تدفق الحرارة من الخارج إلى الداخل والعكس/ استخدام الألوان الفاتحة يعمل على مقاومة تدفق الحرارة نتيجة للإنعاكس الحرارى، مما يقلل من حدة الحرارة فى الداخل/ استعمال الحوائط المفرغة لحد من نفاذ الحرارة فتعمل كعازل حرارى، كما يجب عمل فتحات أعلى و أسفل الحائط الخارجى مما يعمل على تحريك الهواء والتهوية الجيدة فى الداخل.[21]

التكييف (تبريد وتدفئة):

يستطيع جسم الإنسان أن يقوم بوظائفه بكفاءة خلال مجموعة معينة من درجات الحرارة وهى ماتعرف بدرجات الراحة الحرارية، لذا يلزم استخدام التكييف كوسيلة ميكانيكية لضبط درجة الحرارة داخل الفراغ الإدارى؛ وقد أثر زيادة عدد مكيفات الهواء سلباً على البيئة.

ب-2- التبريد: هناك مجموعة من العوامل المؤثرة فى حمل التبريد تتمثل فى الآتى:

- الحرارة المكتسبة أو المفقودة. - حمل الحرارة أو حمل البرودة. - معدل زيادة الحرارة.

وسائل التبريد فى الفراغات الإدارية:

التبريد الذاتى (السلبى):[22] يمكن أن تتم عملية تبريد المبنى بالإعتماد على تشتيت الحرارة النافذة عبر الغلاف الخارجى، بالإضافة إلى الحرارة المتولدة فى الداخل، يُفضل إستخدام هذه الطريقة فى المناطق ذات المناخ الحار الجاف.

التبريد بالبخر: من خلال فتحة شبيهة بالمشربية، تعمل بنفس مبدأ التبريد بالبخر من خلال وضع إناء ماء فخار مظلل بحيث يلامسه الهواء الداخل للحيز ويبرد بالبخر.

التبريد بالإشعاع: يتم ليلاً من خلال إشعاع الحرارة المتركمة أثناء النهار من المباني للسماء لكن السماء الملبدة بالغيوم أو الرطوبة العالية تجعل التبريد بالإشعاع غير فعال

التبريد بالتوصيل: فيتم عن طريق ملاصقة الغلاف الخارجي للمبنى لكتلة أبرد من طبقات التربة وهذا بالطبع يتطلب أن يكون الغلاف الملاصق للتربة جيد التوصيل للحرارة

ب-3- التدفئة:

1- حائط التهوية المفرغ Ventilated Cavity Wall:

يعمل الحائط كمجمع شمسى، حيث ترتفع درجة الحرارة داخل الحائط بين طبقتي الزجاج ويمكن التحكم فى كمية الإشعاع الشمسى النافذ للداخل عن طريق حركة الشرائح الموجودة بين الطبقتين.

يتميز حائط التهوية المفرغ بأنه يعمل على التحكم فى الانتقال الحرارى وعمل نظام العزل

2- جدار التدفئة بنظام Trombe wall وحائط التخزين الحرارى Thermal strong wall:

هو أحد أنظمة جمع الطاقة الشمسية التى تستخدم لتدفئة الحيز الداخلى بالإشعاع عن طريق نقل الحرارة من الجدار إلى الحيز، كما يتم أيضاً استخدام الجدار الحرارى فى التبريد السالب عند استخدام مواد حرارية عالية التخزين و الوصول إلى التبريد عن طريق الإشعاع وتوظيف الفتحات و طرق العزل،[23] وتقوم أيضاً هذه المنظومة بعملية التهوية فى المبنى خلال ساعات اليوم فى جميع فصول السنة. ويوضح أهم استراتيجيات التدفئة داخل الحيز وهى:

حائط الكتلة الحرارية - حائط ترومب - الإكتساب الشمسى وأرضية الكتلة الحرارية - الحيز الشمسى

Sun space well - Direct-gain space - TromboneExposed mass wall -

مبنى شركة جوتز - مدينة وزنبرج، ألمانيا

تتكون الواجهة من لوحين من الزجاج بينهما فراغ يحتوى على مجموعة من مراوح نقل الهواء Air Transfer Fans، تعمل على تسهيل نقل الهواء الدافىء من الجانب المشمس إلى باقى أجزاء المبنى. ويتكون سقف المبنى من الزجاج القابل للسحب retractable glass roof يعمل على تحسين جودة البيئة الحرارية فى الحيزات الإدارية.

التبريد فى المبنى: يتم استخدام المضخة الحرارية الماصة an absorption heat pump بهدف التحكم فى التبريد فى البدروم، حتى يسهل حفظ الحرارة المنخفضة low grade heat داخل المياه الساخنة أو الباردة معتمدة على دورة

الامتصاص. أما التدفئة فى المبنى: تم عمل نظام التدفئة فى مبنى شركة جوتز - مدينة وزنبرج، ألمانيا، كالآتى: تصميم المبنى للحفاظ على الحد الأدنى من درجة الحرارة فى الداخل والتى تبلغ 20 درجة وذلك من خلال الاعتماد على النظم الشمسية السالبة. كما يتم عمل دوائر التدفئة الأرضية under floor heating circuit بهدف تزويد المبنى بالتدفئة اللازمة لاحتياجات شاغلى الفراغ.

صورة (10): مبنى شركة جوتز - مدينة وزنبرج، ألمانيا

ب-4- أنظمة تعزيز الإضاءة الطبيعية فى التصميم الداخلى:

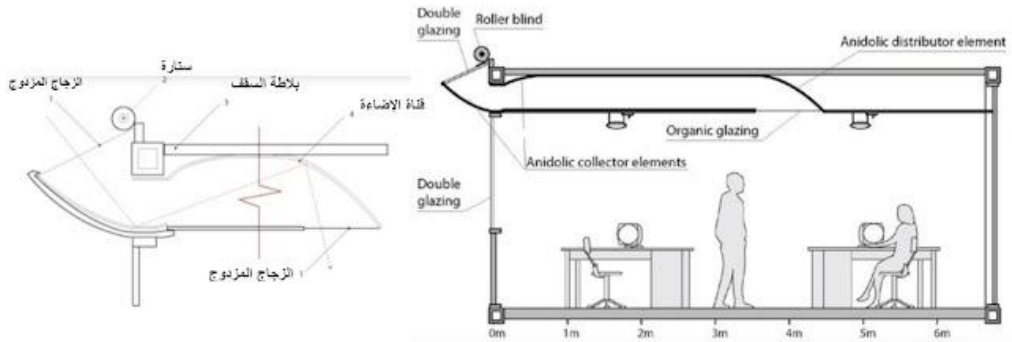
ب-4-1- أنظمة توجيه الضوء المنتشر Diffuse Light – Guiding Systems

تعمل هذه الأنظمة على إعادة توجيه الضوء إلى الفراغ الداخلى، فيمكن لهذه الأنظمة أن تعمل فى حالة السماء مغيمة، ومن هذه الأنظمة التالى:[24]

ب-4-1-1- نظام رف الإضاءة Light Shelf: تعمل هذه الأرفف من خلال عكس الضوء إلى الداخل، وتحمى الفراغ من الوهج المباشر الساقط عليه، وهى أرفف أفقية توضع فى الجزء العلوى من الفتحات المعمارية أعلى مستوى النظر، كما بالشكل (2).

شكل (2): نظام رف الإضاءة Light Shelf توجيه الضوء المنتشر

المصدر: https://www.archdiwanya.com/2022/04/Daylight-Systems.html

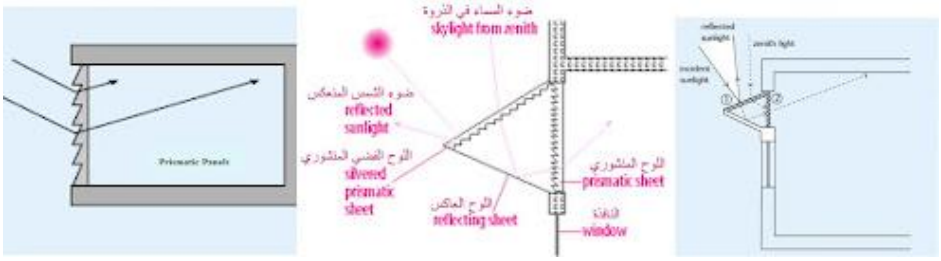


شكل (3): نظام Anidolic Mirrors كأحد نظم توجيه الضوء المنتشر

المصدر: https://www.archdiwanya.com/2022/04/Daylight-Systems.html

4-1-2- نظام (Laser cut panel): هى وحدات رفيعة مصنعة من الأكريليك الشفاف مقسمة باستخدام (Laser cut) إلى صفوف مستطيلة، تعمل على انحراف الضوء للداخل بكفاءة عالية بزاوية أقل من 120 درجة داخل الوحدة، وذلك نتيجة لتحول السطح الخارجى لها إلى مرآة خارجية.

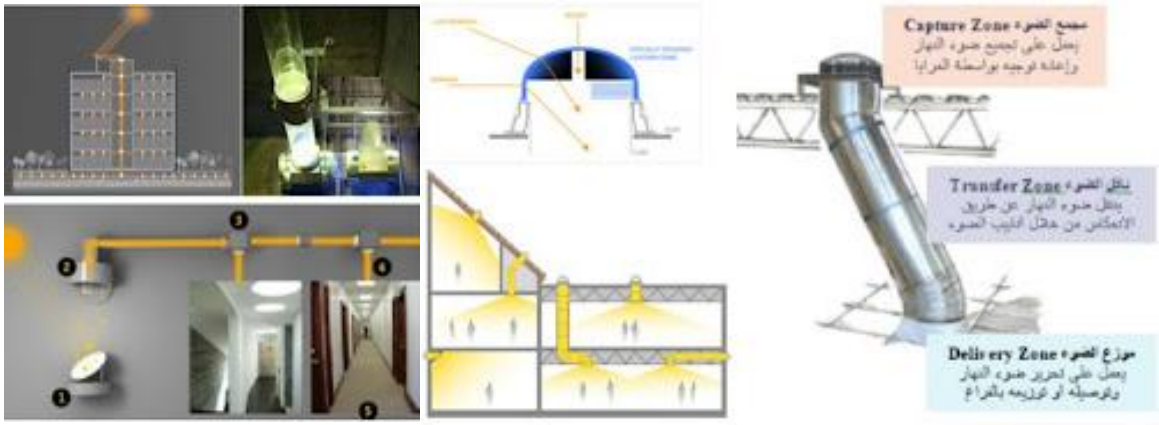
4-1-3- نظام الوحدات المنشورية (Prismatic Panels): هى عبارة عن سطح مستوى رقيق يشبه أسنان المنشار مصنع من الأكريليك الشفاف، توضع هذه الوحدات بين ألواح الزجاج للنافذة سواء من الخارج أو الداخل، يعمل على نفاذ الضوء إلى داخل الحيزات الإدارية، وإعطاء التجانس الضوئى وعدم حدوث الوهج.[25]



شكل (4) نظامPrismatic Panels على اليمين كانظام إضاءة جانبية، واليسار كغطاء للواجهة
المصدر: https://www.archdiwanya.com/2022/04/Daylight-Systems.html

ب-4-2- أنظمة نشر أو تبعثر الضوء (Light Scattering or Diffusing Systems): يفضل استخدام هذا النوع من الأنظمة فى الفتحات العلوية حيث تعمل على توزيع الضوء بشكل جيد، ولا يفضل استخدامها فى الحوائط لما ينتج عنها من وهج فى الداخل. كما تسمح بامتداد الضوء الطبيعى للداخل، وتعمل كذلك على تجانس الإضاءة.[26]

ب-4-3- أنظمة نقل الضوء (Light transport systems):[27] تعمل هذه الأنظمة على تجميع ونقل الضوء لمسافات طويلة وامتداده للداخل من خلال الألياف البصرية أو مواسير الضوء، كما تعمل على تجانس الإضاءة تبعاً للتصميم المطلوب ويتم تركيبها فى سقف المبنى، .ومن أمثلة أنظمة نقل الضوء: نظام أنابيب الضوء (Light pipe): تسمى أيضاً بأنابيب الشمس Solar tube وذلك لأنها عبارة عن أنبوبة تقوم بنقل الضوء إلى أماكن أخرى، وتقلل من الضوء المفقود.[28]



صورة (11):نظام Light Pipes وطريقة عمله لتوصيل الأضاءة الطبيعية بكفاءة عالية - المصدر: Pinterest

مبنى مدرسة ديسكفرى			
الموقع:	ولاية فرجينيا - بالولايات المتحدة الامريكية	**تاريخ التنفيذ:**	أغسطس 2017
المصمم:	VMDO Architects		
الكفاءة البيئية	حصل تصميم المبنى على جوائز في استخدام الطاقه والاستدامه، مثل شهادات وجوائز LEED Gold ASHRAE Tec.Award 2018		

صورة (12): مبنى مدرسة ديسكفرى

جدول (5): الكفاءة البيئية فى مدرسة ديسكفرى

	العناصر المعمارية	**وسائل التظليل**
الكلفة البنائية	يتكون الغلاف الخارجي للمبنى من حوائط ونوافذ وابواب مصمم بشكل محكم؛ لمنع تسرب المبنى حتى يحافظ على الداخليه للمبنى معزوله عن الخارجي. تتميز واجهة المدرسه جهه الشارع بالالوان لتعكس توجيهها الجنوبي، كما بالشكل، استخدمت الفتحات الصغيره بالواجهات الجنوبيه لها قاصرات ملكه لمنع الابهار واشعه الشمس المباشرة.	صممت كتل المدرسه بشكل شريطي متدرج من الجنوب إلى الشمال، حتى يمنع تكون الظلال على الأسطح ويسمح بالتعرض لأكبر قدر ممكن لأشعة الشمس من خلال الامتداد الافقي لكتل المبنى.
الكلفة التشغيلية	**تكنواوجيا المواد**	
	العزل: تم عمل الحوائط الخارجيه المعرضة لأشعه الشمس الغير مرغوبه من الخرسانه والفوم العازل، تتميز بالقدره على امتصاص حراره شمس النهار ثم تشعها ببطيء خلال الليل.[29]	

صورة (13): واجهة مبنى مدرسة ديسكفرى

جدول (6): الكفاءة الاقتصادية فى التصميم الداخلى لمدرسة ديسكفرى

مصدر الصور: https://www.archdiwanya.com/2022/04/Daylight-Systems.html

أنظمة التحكم البيئى	
البيئة الحرارية	حساسات وتجهيزات ترشيد الطاقة: تم استخدام الحساسات على مستوى المدرسه لقياس مجموعه من العوامل مثل: درجه الحراره وجودة الهواء، كما تشعر بوجود المستخدمين الفراغ باغلاق التكيف في حاله عدم الاشغال وذلك للوصول الاحد ادنى من الطاقه المستهلكة.

البيئة الضوئية	الأنابيب الشمسية
	الأنابيب الشمسية: استخدمت منظومه من Solar Tube،والتي تعمل على تجميع الشمس عن طريق مجموعه من الانعكاسات الداخليه بالانابيب وتعطي مقدار من الضوء على مدار اليوم[30].

صورة (14): التصميم الداخلى لمدرسة ديسكفرى

جدول (7): أنظمة التحكم البيئى فى مبنى مدرسة ديسكفرى

مصدر الصور: https://www.vmdo.com/discovery-elementary-school.html

ثالثاً: تقليل الأثر السلبى

تهدف التنمية البيئية إلى الحفاظ على البيئة و حمايتها من التلوث الذى يعمل على الإخلال بالتوازن البيئى ومستوى آداء المبنى، فيمكن الحد من الآثار السلبية من خلال تقليل الإنبعاثات و الغازات السامة حتى تكون البيئة الداخلية آمنة فى المنشآت الإدارية. نظراً لأن مصادر الطاقة الأحفورية غير متجددة، ولها تأثيرات ضارة ترتبط بزيادة استهلاك الطاقة مع زيادة الوحدات العمرانية، لذا وجب علينا السعى نحو تقليل الأثر السلبى على البيئة.[31]

أ- البصمة الكربونية

أ-1- مسببات متلازمة الأبنية المريضة: تتداخل أسباب ظاهرة متلازمة الأبنية المريضة كثيراً مع عوامل الراحة المتعلقة بالخصائص الفيزيائية للأبنية المتمثلة بنوعية الهواء، نسبة ثانى أكسيد الكربون CO_2، نسبة الكهربائية (التأين)، نسبة الرطوبة ودرجات الحرارة. إن الكثير من عوامل الراحة يمكن أن تؤدى إلى أمراض جدية فسيولوجية ونفسية وذهنية وبذلك يمكن عدها أمراض متعلقة بالبناء (BRI: Building Related Illness)

وتشمل مؤشرات ظاهرة متلازمة الأبنية المريضة (SBS) ما يأتى: يشكو شاغلوا المبنى من الأعراض المرتبطة بالإنزعاج الحاد وعدم الشعور بالراحة، وعلى سبيل المثال الصداع، تهيج الحلق أو العين أوالأنف، الحساسية، الربو و السعال الجاف، جفاف الجلد أو الحكة، الدوخة و الغثيان، التعب، الحساسية للروائح، صعوبة فى التركيز، فضلاً عن اضطرابات الجهاز العصبى واحتقان الجهاز التنفسى واحتقان الجيوب الأنفية. إذ يشعر معظم المشتكين بالتحسن بعد فترة وجيزة من مغادرة المبنى.

أ- 2- التلوث الهوائى و أنواعه: تتعدد مصادر التلوث الهوائى، ومن أمثلتها الكلور، أول ثانى أكسيد الكربون، ثانى أكسيد الكبريد، أكسيد النيتروجين، أملاح الحديد والزنك والرصاص وبعض المركبات العضوية والعناصر المشعة. وإذا زادت نسبة هذه الملوثات عن حد معين فى الجو أصبح لها تأثيرات واضحة على الإنسان وعلى كائنات البيئة.

التلوث الهوائى بالمركبات الكيميائية

التلوث الهوائى بالإشعاع: تتسم طاقة الإشعاع بأنها ذو سرعة عالية وتنتقل على هيئة موجات كهرومغناطيسية، او على هيئة أجسام إشعاعية. ويتمثل الإشعاع فى عنصرين: اليورانيوم، الثوريوم.

التلوث بالمركبات البيولوجية: تتمثل فى الفطريات والعفن والجراثيم و الحشرات الصغيرة وتتواجد فى الأماكن الرطبة.

التلوث الهوائي بالغبار: تسبب هذه الملوثات العديد من الأمراض مثل: حساسية الأنف والإصابة بالربو وغيرها من الأمراض.

يعتبر غاز ثانى أكسيد الكربون هو العامل الرئيسى المسئول بنسبة 50% عن ارتفاع درجة حرارة الأرض، والذى يأتى 80% منه من توليد الكهرباء الناتج عن المحروقات، وقد زادت انبعاثات هذا الغاز فى الآونة الأخيره وزاد معه تلوث الهوا، ويرجع ذلك إلى الآتى:

- زيادة محروقات الوقود الحفرى بهدف توليد الكهرباء وتغطية الزيادة على الطلب
- استخدام غازات الكلوروفلوروكربون فى تشغيل أجهزة التكييف

(CFCs) Chlorofluorocarbons

تتصف هذه الغازات بأنها ذات عمر افتراضى كبير؛ وتؤثر على الغلاف الجوى وبقاءها فيه لمدة طويلة، مما يعمل على التفاعل مع طبقة الأوزون وتآكلها.

تأثير الانبعاثات الكربونية على كفاءة الطاقة او طاقات منخفضة الكربون: تعمل التغيرات التكنولوجية على زيادة كفاءة استهلاك الطاقة، وبالتالى يقل الطلب عليها مما يعمل على خفض الانبعاثات، حيث أن كل ميجاوات من الطاقة الغير مستخدمة يعنى انبعاث كربون أقل، مما يقلل الحاجة إلى المياه لتوليد هذا الميجاوات. [32]

ب- إدارة الإنبعاثات

ب-1- منقيات الهواء: يمكن إستخدام **منقيات الهواء** بأنواعها المختلفة: أجهزة التحكم فى الملوثات من أنظمة الفلاتر ذات الكفاءة العالية، وإستخدام أنظمة تهوية تحتوى على فلاتر من الكربون النشط Activated charcoal Filter للتقليل من مستويات الأوزون فى الهواء. النباتات المنقية للهواء من الملوثات الضارة مثل الصبار: للفورمالدهايد، العنكبوت: أول أكسيدالكربون، السحلب: الأسيتون و الأمونيا. والدهانات الذكية منقية للهواء، وكذلك المقاومة للبكتيريا و الحشرات والفطريات.

ب-2- التحكم فى التلوث الصناعى: يمكن تحويل المخلفات إلى طاقة فيتم السيطرة على ظاهرة السحابة السوداء من خال تحويل التحدي الكبير إلى فرصة اقتصادية بالوعي وتقديم الدعم الفني والمادي للأهالي والمزارعين.

ب-3- الحد من إستخدام الأكياس البلاستيكية.

مبنى جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية			
الموقع:	شمال جدة – المملكة العربية السعودية		
الكلفة البنائية	**العناصر المعمارية**	**صورة (15): البروزات فى مبنى الجامعة**	**وسائل التظليل**
	كتل المبنى: تم عمل بروز للادوار كلما ارتفعنا لأعلى وهذا يعتبر أحد الأساليب المتبعة لحماية واجهات المبانى من الاشعاع الشمسي الساقط عليها، إلى جانب إمكانية تفاوت الكتل البارزة والغائرة بصورة غير منتظمة كما بالصورة.		تستخدم بروزات المبنى طبقا للزوايا الشمسية في الشتاء والصيف. وقد تم تقسيم كتلة المبنى الى عدة كتل وذلك للحصور على اكبر قدر من الظلال.

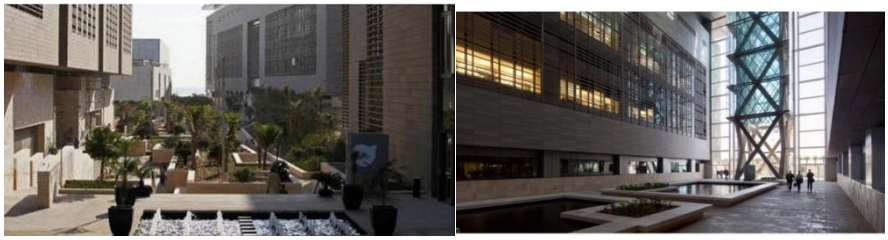
			صورة (16): توزيع كتل أبنية المبنى
الكلفة التشغيلية	**خصائص المواد**		
	الخرسانة الخضراء: وتسهم في توفير التكاليف المادية والطّاقة الكهربائية . كما ان الخرسانة البيولوجية تساعد على امتصاص ثاني أكسيد الكربون . **وهذه الخرسانة تتكونة من ثلاث طبقات:** • الطبقة الأولى لا يمكن اختراقها لحماية بنيان الأبنية • الطبقة الثانية تحتجز مياه الأمطار فتساعد على نمو النباتات مثل الطحالب والنباتات التي لها أوراق وليس لها جذور والنباتات التي تنمو في الصخر • الطبقة الثالثة تكون مأوى لهذا النظام والكل في النهاية يمتص جزءا من ثاني أكسيد الكربون المحيط، ويعزل بطبيعة الحال المبنى من اللون الرمادي الذي ينشر فى المدن من التلوث البيئي. تتضمن التشطيبات الداخلية مستويات منخفضة من المركبات العضوية الطيارة ومستويات عالية من المحتوى المعاد تدويره ، كما تم استخدام الأخشاب الطبيعية من الغابات.		
	صورة (18/17): واجهة مبنى جامعة الملك عبد الله		

جدول (8): الكفاءة التشغيلية فى مبنى جامعة الملك عبد الله

مصدر الصور: https://byarchlens.com/%D8%AC%D8%A7%D9%85%D8%B9%D8%A9-%D8%A7%D9%84%D9%85%D9%84%D9%83/

	الكفاءة البيئية		
التصميم الشمسى الذاتى	الطاقة الشمسية: دعمت المباني بأسقف قادرة على حمل 12,000 متر مربع من المصفوفات الشمسية. وتستخدم هذه المصفوفات الشمسية لإنتاج 3,300 ميغا واط من الطاقة النظيفة سنوياً. يتألف غلاف البرج من طبقتين خارجيتين من الحوائط الساترة الزجاجية. وهذه الطبقة الخارجية شفافة تماماً بحيث تسمح بمرور أكبر قدر ممكن من الطاقة الشمسية خلالها، في حين تتألف الطبقة الداخلية من زجاج مظلل يتصف بدرجة امتصاص عالية يجمع الطاقة الشمسية لزيادة حجم الهواء الساخن داخل البرج إلى أقصى حد، وعندما يرتفع الهواء الساخن خارجاً من أعلى البرج يحل محله الهواء البارد من الفناء.		صورة (20/19): الإشعاع الشمسى على والجهات وفى الممرات
نظم التحكم البيئى	**البيئة الحرارية**	يتم تقليل الاحمال الحراريه على المباني الخاصه بالجامعة حيث انها تكون مركزه على الجهه الجنوبيه ولكن مع هذا التوجيه تم توزيعها على الجانب الجنوبي الشرقي والجنوبي	

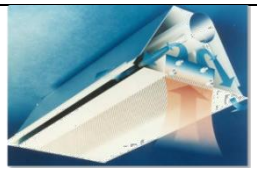
		الغربي.يربط السقف الضخم مبانى الحرم الجامعى من حرارة الشمس الشديدة، فقد استخدمت الأفنية المكشوفة والمسقوفة بالزجاج لتسهيل التهوية الطبيعية في أغلب المساحات الداخلية.
	البيئة الضوئية	ساعد توجيه المبنى في الاتجاه الجنوبى الاكثر كثافة من ناحية الاشعاع الشمسي في زيادة كفاءة الاضاءة الطبيعيه مما يؤدي الى تقليل استخدام الإضاءة الصناعية.هناك اضاءه غير مباشره تاتي من الاتجاهات الاخرى مثل الشمال والشمال الشرقي ويكون مصدرها انعكاس الاشعاع الشمسي من الاسطح المحيطة.[33]



صورة (22/21): ممرات ومخارج وأفنية جامعة الملك عبد الله

جدول (9): الكفاءة البيئية فى التصميم الداخلى لجامعة الملك عبد الله

مصدر الصور: الموقع الرسمى لجامعة الملك عبد الله

تقليل الأثر السلبى فى مبنى جامعة الملك عبد الله	
إعادة التدوير	**الانبعاثات الهوائية و الإشعاعية**
- يتم إعادة تدوير أكثر من 75 في المائة من جميع نفايات التشييد لحساب حرم جامعة الملك عبدالله. - تنفذ جامعة الملك عبد الله برنامجاً شاملاً لإعادة التدوير لضمان عدم إهدار الموارد الطبيعية. وتشمل هذه الخطة الزجاج، والمعادن، والبلاستيك، والورق، والبطاريات، والأجهزة الإلكترونية، وغيرهم. يتم طحن جميع النفايات الغذائية التي ينتجها حرم الجامعة، وتعبئتها ونقلها في شاحنات لنقلها إلى نقطة مركزية لدمجها في برنامج السماد العضوي للمسطحات الخضراء.	- لا تحتوي نظم الأثاث الداخلية على مركبات عضوية طيارة، ومعتمدة من معهد غرينغارد للبيئة وتتضمن مستويات عالية من المحتوى المعاد تدويره. تم إجراء عملية تنقية جوية شاملة بضخ تيار قوي من الهواء فيها لضمان أن جميع المركبات العضوية الطيارة، والجسيمات، تم تركيب شبكات معدنية لتنظيف الأقدام عند جميع المداخل لضمان عدم نقل الغبار والجسيمات من الخارج إلى داخل المبانى.
منقيات الهواء: تم تركيب مرشحات ميرف 13 و 14 على جميع نظم التدفئة والتهوية والتكييف لضمان إزالة الجسيمات الدقيقة جداً من تيار التهوية داخل المباني.[34]	 **صورة (23): مرشحات الهواء**

جدول (10): تقليل الأثر السلبى فى مبنى جامعة الملك عبد الله

النتائج:

- ساعد تشكيل العناصر المعمارية على معدل اكتساب وفقد الحرارة مما أثر على استهلاك الطاقة.
- شكلت الكلفة البنائية دوراً فعالاً فى الكفاءة الاقتصادية فى المنشآت الإدارية.
- تقترن الكفاءة الإقتصادية فى الفراغ بالكلفة التشغيلية حيث يتم متابعة استهلاك الطاقة خلال دورة حياة المبنى.

- يمكن تعزيز الإضاءة الطبيعية وكذلك التهوية الطبيعية كوسية للحد من استهلاك الطاقة فى الحيزات الإدارية.
- التغلب على الانبعاثات الكربونية من خلال استخدام منقيات الهواء، حتى نتمكن من حماية البيئة من التغيرات المناخية.
- الوصول إلى أفضل آداء للطاقة فى الحيزات الإدارية من خلال تطبيق سبل ترشيد استهلاك الطاقة.

التوصيات:

- ضرورة اهتمام الدولة والمواطنين بالتخلص من الملوثات البيئية ومحاولة إعادة تدويرها.
- توعية المصمم بأهمية اختيار المواد والتكنولوجيا لمستخدمة فى الواجهات حيث تشكل خصائص المواد دوراً محورياً فى التحكم فى الحرارة و الضوء داخل الفراغات.
- ضرورة توعية المصمم الداخلى بأهمية استخدام المعالجات البيئية السالبة فى الفراغات الإدارية للاستفادة من التهوية الطبيعية مثل استخدام الأفنية المزروعة.
- تجنب المعمارى استخدام مواد بناء تساعد على انتقال الحرارة بالتوصيل فى الأقاليم الحارة، مما يعمل على تخفيف الأحمال الناتجة عن أجهزة التبريد، فيتم الحد من التأثيرات السلبية.
- التأكيد على المصمم الاهتمام بالمساحات الخضراء حول المبنى، مما يعمل على تقليل الإشعاع الشمسى والحرارة داخل الفراغات الإدارية.

المراجع:

1.المراجع العربية

أولاً: الأبحاث العلمية

1. السميع، احمد. " المدارس بالمدن العربيه مدخلاً للتنميه المستدامه (المدارس صفرية الطاقه نموذجاً)". مجله جامعه الجوف، المملكه العربيه السعوديه، ٢٠٢٠.

El Samea, Ahmed. “elmadares belmodon elarabia modkhala ll tanmia elmostada (elmadares sefriat el taka namozgan),” maglat gamat el Goof, El mammlaka el arabia el saudia.

2. جواد، إبراهيم ومحمود، رضاب. "الأبنية المدارية الذكية، دراسة أثر التكامل البيئى - التقنى فى تقليل كلفة المبنى الإقتصادية والبيئية." مجلة الهندسة و التخطيط، العراق، نوفمبر 2018.

Gawwad Ibrahim & Mahmoud, Dabab. “El abnia el madaria elzakia, draset hala ”thar el takaml el beaee- eltekany f taklel kolfat elmabna elektsadia w elbeaia.” Magalat el handsa w el takhtet, El Erak, Nov. 2018.

3. حمدي، أبرار ناصر " تحسين بيئة العمل في المباني الإدارية القائمة من خلال تطبيق معايير الاستدامة وفق اشتراطات LEED." المجله الالكترونية الشاملة متعددة التخصصات، المملكه العربيه السعودية، العدد الثامن والاربعون، يونيو ٢٠٢٢.

Hamdi, Abrar Naser. “Tahseen beat el amal f el mabany al edaria al kaema mn khelal tatbek maayeer el estdama wefk eshtratat LEED.” al magalla el elktronia al shamla motaadedat el takhasosat, el mamlka el arabia elsaudia, el adad el thamen w el arbaon, Jun, 2022.

4. زكى، زينب "تأثيرات التغير المناخى ودورها فى تسريع التحول نحو مصادر الطاقة المتجددة و النظيفة بالتطبيق على الحالة المصرية." مجلة العلوم التجارية و البيئية، المجلد الثانى، العدد الأول، مارس 2023 ، ص 66.

Zaki, Zainab. “Taatherat el taghior el m onakhy w dawrha f tasrea el tahawol naha masader el takka al motagadeda w el nazefa b el tatbek ala el hala el masria.” magalat el oloom el togaria w elbeaia, el mogala el tany, el adad el awl, March, 2023, P66.

5. سليمان، منى وآخرون، "تحسين كفاءة استهلاك الطاقة فى المبانى السكنية (دراسة حالة الإسكان الإجتماعى بمدينة الفيوم الجديدة)." العدد الثانى، المجلد الرابع، المجلة الهندسية بجامعة الفيوم، 2021، ص 106:107

Soliman, Moha & akharon. “Tahseen kafaat el takka f el mabany el sakania (Drast hala al eskan el egtmae b madenat el fayom el gadeda).” el adad el thany, el mogalad el rabea, elmagalla el handasia b gamat el Fayom, 2021, P 106, 107.

6. صيفى ،حسنية "آليات التكنولوجيا الخضراء ودورها فى تحقيق التنمية البيئية المستدامة." مجلة الحوكمة، المسؤلية الإجتماعية والتنمية المستدامة، المجلد الثانى، العدد 2، 2020، ص 1:20.

Sefe, Hosnia. “ Aaliat el technologia el khadraa w dorha f tahkek el tanmia el beaia el mostadama.” maglat el hawkama, el masolia el egtmaeia w eltanmia el mostadama, el mogalad el thany, el adad 2, 2020, p: 1:20.

7. علام، شيماء حسن وآخرون، “تحسين آداء الإضاءة الطبيعية فى المبانى الإدارية باستخدام نظم التظليل البارامترية المستجيبة.” المؤتمر الدولى الثالث للإبداع والإبتكار والتنمية، الإسكندرية، ابريل 2018.

Allam, Shaimaa Hassna & akharon. “tahseen adaa el edaaa el tabeaia f el mabany el edariab estkhdam nozom el tazleel el barametria al mostagiba.” el moatamar eldowali el thalel ll ebdaa w elbtkar w eltanmia, Alexandria, April 2018.

8. عدلى، جميلة وآخرون، "فكر صفرية الطاقة كأحد اتجاهات ترشيد استهلاك الطاقة فى المبنى." المجلة الإلكترونية الشاملة متعددة التخصصات، العدد الثالث و العشرون، ابريل 2020.

Adlee, Gameela & akharoon. “ Fekr sefriat el takka k ahad etgahat tarsheed esthlak el takka f el mabna.” el magala el elkronia al shamla motaadedat el takhasosat, el adad el thaleth w el eshroon, April 2020.

ثانياً: الرسائل العلمية

9. الحلوجى، عدنان محمد ."توظيف عناصر العمارة الداخلية فى الوحدات السكنية لتوفير الطاقة وتعزيز كفاءة الآداء الوظيفى." رسالة دكتوراه، تخصص الديكور، شعبة العمارة الداخلية، كلية الفنون الجميلة، جامعة حلوان، 2020. ص 75

El hlogy, Adnan Mohamed. “ Tawzee anaser el emara el dakhlia f el wehdat el sakania l tawfeer el taka w taazeez kafaat el adaa el wazefee.” resalat doctoraa, takhasos el decor, shoabat el emara el dakhlia, kolia el fnon el gamila, gamet helan, 2020, P:75.

10. صلاح، إيمان أحمد. “معايير التصميم الداخلي للمباني الإدارية من خلال مفهوم الطاقة المتجددة والبديلة.” دكتوراه، قسم التصميم الداخلى و الآثاث، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، 2018.

Salah, Eman Ahmed. “ Maayeer al tasmeem el dakhely ll mabanie el edaria mn khele mafhom el taka el motagadeda w el badela”. doctorah, kesm el tasmeem el dakely w el athath, koliat el fnon el ttbeaia, gamet Hellwan, 2018.

11. عزوز، خلود حسن. "الإدارة الإقتصادية لموارد الطاقة الغير تقليدية لتحقيق إسكان ذاتى الطاقة (الإسكان فوق المتوسط – مرحلة التشغيل.)" رسالة دكتوراه، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، 2020، ص 31 .

Azooz, kholod Hassan. “ al edara el ektsadia l mawared el takka al gher takledia l tahkek eskan zati el takka (eskan foa el motawaset - marhalt el tashghel).” Resalt doctorah, kesm el handasa el meamaria, kolyat el handasa, gamet el kahera, 2020, p:31.

12. قنديل، مشيرة فريد. "الإستفادة من اتجاه الإيكوتكنولوجى وأثرها على التصميم الداخلى المعاصر." رسالة دكتوراه، قسم التصميم الداخلى والآثاث، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، 2019، ص 142.

Kandeil, Moshera, Farid. “ Al estfada mn el etgah el ecotechnologie w atharaha ala el tasmem el dakheli el moaaser.” Resalt Doctorah, Kesm el tasmem el dakhely w el athat, koliat el fnon el ttbeaia, gamet Helwan, 2019, P142.

2. المراجع الأجنبية

أولاً: الأبحاث العلمية

13. Khanlari, Ataollah, et al. Investigation of the influences of the influences of kaolin-demonized water fluidity on thermal behavior of concentric type heat ex-changer. Heat ana Mass Transfer, 2019.
14. Kandinsky, A., Slur, M., & Gaska, R., U.S. Patent No. 9,855,352. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office, 2018.
15. Sgrignuoli, F., Dal Negro, L. (2020). Sub diffusive light transport in three-dimensional sub-random arrays. Physical Review B, 101 (21), 21404.

ثانياً: المواقع الإلكترونية

16. https://orgate.com.eg/what-what-energy-concepts-and-meanings-general/
17. https://muhandes.net/?p=1477215
18. /https://willbruderarchitects.com/project/burton-barr-phoenix-central-library
19. https://www.metalocus.es/en/news/aia-twenty-five-year-award-honors-phoenix-burton-barr-central-library-will-bruder-and-dwl
20. https://www.archdaily.com
21. https://ar.aluminum-doors.com/info/the-difference-between-the-glass-76971763.html
22. https://www.archdiwanya.com/2022/04/Daylight-Systems.html
23. http://www.carboun.com/.../kaust-a-sustainable-campus-by.../
24. https://www.vmdo.com/discovery-elementary-school.html

---

[1] U.S.Environmental Protection Agency, http://www.epa.gov Dec, 2024. كود الطاقة المصرى

[2] منى سليمان، محمد العيسوى، رنا رأفت، "تحسين كفاءة استهلاك الطاقة فى المبانى السكنية (دراسة حالة الإسكان الإجتماعى بمدينة الفيوم الجديدية)." العدد الثانى، المجلد الرابع، المجلة الهندسية بجامعة الفيوم، ص 106:107.

[3] جواد، إبراهيم ومحمود، رضاب، "الأبنية المدارية الذكية، دراسة أثر التكامل البيئى - التقنى فى تقليل كلفة المبنى الإقتصادية والبيئية." مجلة الهندسة و التخطيط، العراق، نوفمبر 2018.

[4] /https://orgate.com.eg/what-what-energy-concepts-and-meanings-general

[5] عدنان محمد الحلوجى، "توظيف عناصر العمارة الداخلية فى الوحدات السكنية لتوفير الطاقة وتعزيز كفاءة الأداء الوظيفى." رسالة دكتوراه، تخصص الديكور، شعبة العمارة الداخلية، كلية الفنون الجميلة، جامعة حلوان، 2020. ص65

[6] https://muhandes.net/?p=14772

[7] /https://willbruderarchitects.com/project/burton-barr-phoenix-central-library

[8] https://www.metalocus.es/en/news/aia-twenty-five-year-award-honors-phoenix-burton-barr-central-library-will-bruder-and-dwl

[9] https://www.archdaily.com

[10] شيماء حسن علام، وآخرون، "تحسين آداء الإضاءة الطبيعية فى المبانى الإدارية باستخدام نظم التظليل البارامترية المستجيبة." المؤتمر الدولى الثالث للإبداع والإبتكار والتنمية، الإسكندرية، ابريل 2018.

[11] جواد، إبراهيم ومحمود، رضاب، "الأبنية المدارية الذكية، دراسة أثر التكامل البيئى - التقنى فى تقليل كلفة المبنى الإقتصادية والبيئية." مجلة الهندسة و التخطيط، العراق، نوفمبر 2018

[12] U.S.Environmental Protection Agency, http://www.epa.gov Dec, 2024. كود الطاقة المصرى

[13] خلود حسن عزوز، "الإدارة الإقتصادية لموارد الطاقة الغير تقليدية لتحقيق إسكان ذاتى الطاقة (الإسكان فوق المتوسط – مرحلة التشغيل." رسالة دكتوراه، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، 2020، ص 31 .

[14] إيمان أحمد صلاح، "معايير التصميم الداخلي للمباني الإدارية من خلال مفهوم الطاقة المتجددة والبديلة." دكتوراه، قسم التصميم الداخلى و الأثاث، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، 2018.

[15] Khanlari, Ataollah, et al. Investigation of the influences of the influences of kaolin-deionized water nanofluid on thermal behavior of concentric type heat exchanger. Heat ana Mass Transfer, 2019.

[16] مشيرة فريد قنديل، "الإستفادة من اتجاه الإيكوتكنولوجى وأثرها على التصميم الداخلى المعاصر." رسالة دكتوراه، قسم التصميم الداخلى والأثاث، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، 2019، ص 142

[17]https://ar.aluminum-doors.com/info/the-difference-between-the-glass-76971763.html

[18]https://www.studiotill.com/masdar/x6kqfld0dg09dhcxverg4p8tlhynrt

[19] جميلة عدلى وآخرون، "فكر صفرية الطاقة كأحد اتجاهات ترشيد استهلاك الطاقة فى المبنى." المجلة الإلكترونية الشاملة متعددة التخصصات، العدد الثالث و العشرون، ابريل 2020.

[20] منى سليمان، محمد العيسوى، رنا رأفت، "تحسين كفاءة استهلاك الطاقة فى المبانى السكنية (دراسة حالة الإسكان الإجتماعى بمدينة الفيوم الجديدية)." العدد الثانى، المجلد الرابع، المجلة الهندسية بجامعة الفيوم، 2021، ص 106:107

[21] إيمان أحمد صلاح، "معايير التصميم الداخلي للمباني الإدارية من خلال مفهوم الطاقة المتجددة والبديلة." دكتوراه، قسم التصميم الداخلى و الأثاث، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، 2018، ص 140.

[23] عدنان محمد الحلوجى، "توظيف عناصر العمارة الداخلية فى الوحدات السكنية لتوفير الطاقة وتعزيز كفاءة الآداء الوظيفى." رسالة دكتوراه، تخصص الديكور، شعبة العمارة الداخلية، كلية الفنون الجميلة، جامعة حلوان، 2020، ص 253.

[24] Dobrinsky, A., Shur, M., & Gaska, R., U.S. Patent No. 9,855,352. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office, 2018.

[25] Sgrignuoli, F., Dal Negro, L. (2020). Subdiffusive light transport in three-dimensional subrandom arrays. Physical Review B, 101 (21), 21404.

[26] خلود حسن عزوز، "الإدارة الإقتصادية لموارد الطاقة الغير تقليدية لتحقيق إسكان ذاتى الطاقة (الإسكان فوق المتوسط – مرحلة التشغيل." رسالة دكتوراه، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، 2020، ص 53:55.

[27]https://www.archdiwanya.com/2022/04/Daylight-Systems.html

[28]

[29] https://www.vmdo.com/discovery-elementary-school.html

[30] السميع، احمد. " المدارس بالمدن العربيه مدخلاً للتنميه المستدامه (المدارس صفرية الطاقه نموذجاً)". مجله جامعه الجوف، المملكه العربيه السعوديه، ٢٠٢٠.

[31] صيفى حسنية، "آليات التكنولوجيا الخضراء ودورها فى تحقيق التنمية البيئية المستدامة." مجلة الحوكمة، المسؤولية الإجتماعية والتنمية المستدامة، المجلد الثانى، العدد 2، ص 1:20، 2020

[32] زينب زكى يوسف، "تأثيرات التغير المناخى ودورها فى تسريع التحول نحو مصادر الطاقة المتجددة و النظيفة بالتطبيق على الحالة المصرية." مجلة العلوم التجارية و البيئية، المجلد الثانى، العدد الأول، مارس 2023 ، ص 66.

http://www.carboun.com/.../kaust-a-sustainable-campus-by.../[33]

[34] حمدي، أبرار ناصر " تحسين بيئة العمل في المباني الإدارية القائمة من خلال تطبيق معايير الاستدامة وفق اشتراطات LEED." المجله الالكترونية الشاملة متعددة التخصصات، المملكه العربيه السعودية، العدد الثامن والاربعون شهر يونيو ٢٠٢٢.